

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO E TECNOLÓGICO DA FARINHA DE TRITICALE, OBTIDA DE CULTIVARES DISPONÍVEIS PARA PLANTIO, E SUAS MISTURAS COM FARINHA DE TRIGO – PARTE III

MICHELE X. PAZ¹; FLÁVIO M. MONTENEGRO²; CRISTIANE R. G. RUFFI³;
ELISABETH H. NABESHIMA³; SILVIA H. S. BIONDI³; MARCO A. L. GRAGNANI⁴;
FERNANDA COLLARES- QUEIROZ⁵

Nº 10240

RESUMO

O tritcale (híbrido do trigo e centeio) apresenta maior e melhor qualidade nutricional, principalmente no que diz respeito a composição de aminoácidos, com alto teor de lisina, e uma flexibilidade ambiental maior que os outros cereais, inclusive o trigo. Uma farinha que pode substituir parcialmente a de trigo para panificação diminuindo com isso a demanda de trigo e, conseqüentemente, reduzir os custos na importação desse cereal. A enzima transglutaminase microbiana é uma enzima cálcio-independente, capaz de catalisar ligações covalentes entre resíduos de proteínas, peptídeos ou aminas primárias, principalmente entre os aminoácidos glutamina e lisina. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características reológicas e o desempenho tecnológico da farinha de trigo e suas misturas com a farinha de tritcale, obtida das cultivares EMBRAPA 53 e IAC 5, da Embrapa e Instituto Agrônomo de Campinas, respectivamente, quando adicionadas da enzima transglutaminase, a fim de se obter a formação de uma rede coesa, com capacidade de dar estrutura a massa e reter gás. Esta rede, concedida pela transglutaminase, pode ser capaz de suprir a deficiência na formação da rede de glúten, encontrada na farinha de tritcale. O perfil reológico da cultivar EMBRAPA 53, foi a que obteve os melhores resultados físico-químicos e reológicos, quando comparado com a cultivar IAC 5.

ABSTRACT

Triticale (a hybrid between wheat and rye) presents better and greater nutritional quality, mainly in aminoacids contents. Triticale presents high lysine quantity, as well as a greater environmental flexibility than other cereals, including wheat. Flour that can

1. Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA/UNICAMP, ✉ michele.x.paz@gmail.com
2. Orientador: Pesquisador, CEREAL CHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP ✉ flavio@ital.sp.gov.br
3. Colaborador: Pesquisador, CEREAL CHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP
4. Colaborador: Mestrando, DTA/FEA/UNICAMP, Campinas-SP
5. Co-Orientador: Professora Dra., FEQ/UNICAMP, Campinas-SP

partially replace wheat flour for bakery, thus diminishing demand for wheat and, consequently, reducing the costs of importing this cereal. The microbial transglutaminase (MTGase) enzyme is a calcium-independent enzyme, which can catalyze covalent bonds between residues of protein, peptides and primary amines, mainly between glutamine and lysine. The purpose of this paper was to evaluate the rheological characteristics and the technological performance of wheat flour and its mixtures with triticale flour, obtained from the cultivars EMBRAPA 53 and IAC, which respectively belong to Embrapa and Instituto Agronomico de Campinas, when added to the transglutaminase enzyme in order to obtain a cohesive web that can provide a structure to the dough and keep the gas from fermentation in (or retain the gas). This web, provided by MTGase, may be able to overcome the handicap in forming the gluten web that is found in triticale flour. The rheological profile of the EMBRAPA 53 cultivar, was the one to obtain the best physical-chemical and rheological results, when compared to the IAC 5 cultivar.

1. INTRODUÇÃO

O trigo tem sua distribuição entre os subtrópicos e os círculos polares. Isso se deve às suas exigências de baixas temperaturas durante uma etapa de seu crescimento. Por esses fatores, o trigo apresenta problemas de adaptação ao clima na maior parte do Brasil, fato que dificulta ao país conseguir a sua auto-suficiência (LEITÃO, *et al.*, 1979). O triticale (*X Triticosecale Wittmack*), criado pelo cruzamento de espécies de trigo (*Triticum*) e centeio (*Secale*), combina propriedades de ambos cereais, aliando o elevado rendimento agrícola do trigo à resistência às pragas do centeio (TOHVER, *et al.*, 2005). Tem melhor qualidade nutricional que o trigo, principalmente no que diz respeito ao teor de aminoácidos (apresenta alto teor de lisina, se comparado ao trigo). Ele apresenta uma flexibilidade ambiental maior que os outros cereais, melhor tolerância às doenças, ao clima frio, à seca e aos solos ácidos e arenosos (DARVEY, *et al.*, 2000). Em testes realizados com as primeiras sementes de triticale trazidas ao Brasil, foi percebido que mesmo sendo utilizadas sementes que não estavam adaptadas às condições de solo e clima brasileiros, era viável a utilização da farinha de triticale em misturas com farinha de trigo para a obtenção de pães com qualidade satisfatória, porém com algumas modificações de processo (LEITÃO, 1979). A TG é uma γ -glutamyl-transferase que catalisa principalmente reações de ligação entre os grupos ϵ -amino dos resíduos de lisina e os grupos γ -carboxiamida nos resíduos de glutamina e aminas primárias, formando uma ligação covalente das proteínas. Na área de panificação, a MTGase provoca a formação de ligações covalentes entre as frações de proteína, conduzindo a uma melhora nas propriedades viscoelásticas do glúten,

que tem efeito positivo no comportamento reológico das massas em geral (CABALLERO *et al.*, 2005). A conversão de proteínas solúveis em polímeros insolúveis de alto peso molecular promovida pela transglutaminase dá às proteínas envolvidas a capacidade de reter gás, devido a formação de uma estrutura coesa. Propriedade semelhante à desempenhada pela rede de glúten.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para este estudo foram utilizadas farinhas de trigo (PROPAN 75 – Bunge Alimentos do Brasil) e tritcale (sendo estudadas as cultivares IAC 5 e EMBRAPA 53), além de enzima transglutaminase microbiana (MTGase) Activa STG-M®, fornecida pela empresa Ajinomoto do Brasil, conforme o delineamento experimental apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Matriz do planejamento experimental com valores codificados.

Ensaio	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	X ₁	X ₂	(%) Substituição de Farinha	(%) Quantidade de MTGase
1	-1	-1	14,54	0,1454
2	+1	-1	85,46	0,1454
3	-1	+1	14,54	0,8546
4	+1	+1	85,46	0,8546
5	-1,41	0	0	0,5
6	+1,41	0	100	0,5
7	0	-1,41	50,0	0,0
8	0	+1,41	50,0	1,0
9	0	0	50,0	0,5
10	0	0	50,0	0,5
11	0	0	50,0	0,5
12	0	0	50,0	0,5

Para o teste de qualidade panificável foi utilizada a formulação proposta por El-Dash (1978), apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Formulação utilizada no teste de panificação

Ingredientes	Quantidade em %*
Farinha de Trigo	**
Farinha de Triticale	**
Fermento Biológico Fresco	3,0
Sal	1,75
Sacarose	5,0
Gordura Vegetal de Palma	3,0
Ácido Ascórbico	90 ppm
Enzima MTGase Activa STG-M®	**
Água	***

* Sobre o total de farinha. ** Segundo delineamento experimental. *** De acordo com a absorção obtida na análise farinográfica

2.2 Métodos

2.2.1 Formulação e Processo de Fabricação dos Pães de Forma

O teste de panificação experimental foi feito conforme proposto por El-Dash (1978), utilizando o farinógrafo como meio de preparo para a massa, sendo considerada a consistência ideal da massa as 500 U.F.

A massa foi então colocada em descanso por 90 minutos no vaso de descanso do extensógrafo (a massa foi modelada no próprio aparelho) e assada em forno a 220°C/30minutos e avaliada segundo os parâmetros propostos por El-Dash (1978).

2.2.4 Avaliações Reológicas e físico-químicas das Misturas e da Qualidade dos Pães de Forma

As avaliações reológicas foram feitas de acordo com a metodologia oficial da AACC, 2000. Teor de umidade em farinha segundo o método 44-15 A, farinografia segundo o método 54-21 e extensografia segundo método 54-10.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises Reológicas das Misturas de Farinha de Trigo e Triticale

As análises de coeficiente de regressão e análise de variância ANOVA, realizadas para as análises farinográficas e extensográficas das repostas das duas cultivares, mostram que estatisticamente só existe variação significativa ($p < 0,05$) para alguns dos parâmetros, sendo estas variações mais correntes nas respostas para análise extensográfica.

Para a cultivar IAC 5, somente o parâmetro estabilidade se mostrou estatisticamente significativo dentre os parâmetros farinográficos, sendo a sua variabilidade, no entanto, impactada somente pela substituição de farinha por triticale.

A Figura 1, apresenta análise da resposta Estabilidade para a cultivar IAC 5 pelo diagrama de pareto.

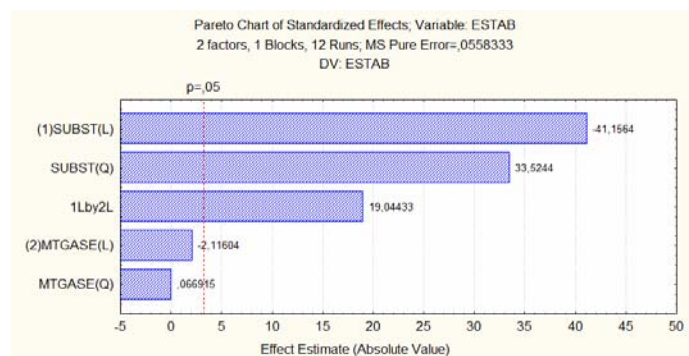


Figura 1. Diagrama de Pareto do parâmetro farinográfico Estabilidade

Para os parâmetros extensográficos apresentaram-se estatisticamente significativas as respostas extensibilidade, energia e número proporcional, sendo os três fatores bastante influenciados pela adição de MTGase. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam as análises destas respostas pelo diagrama de Pareto.

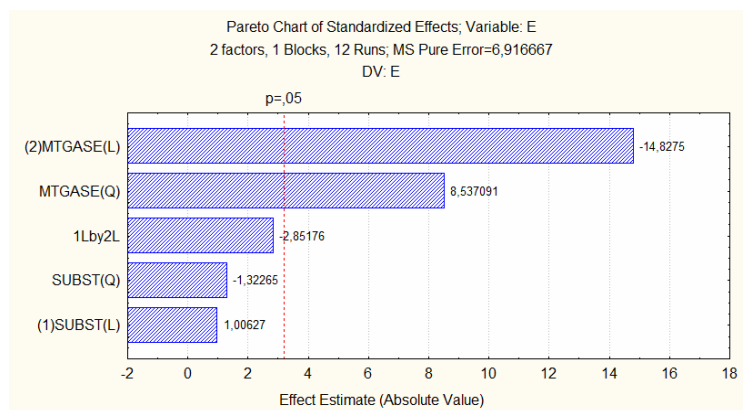


Figura 2. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Extensibilidade – IAC 5

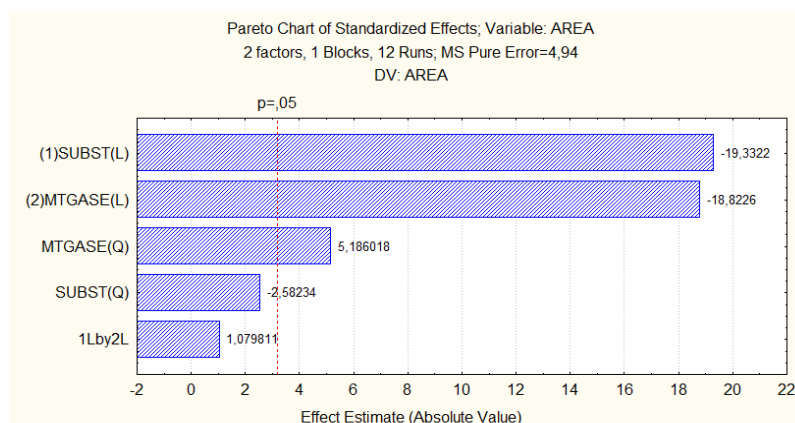


Figura 3. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Energia (A) – IAC 5

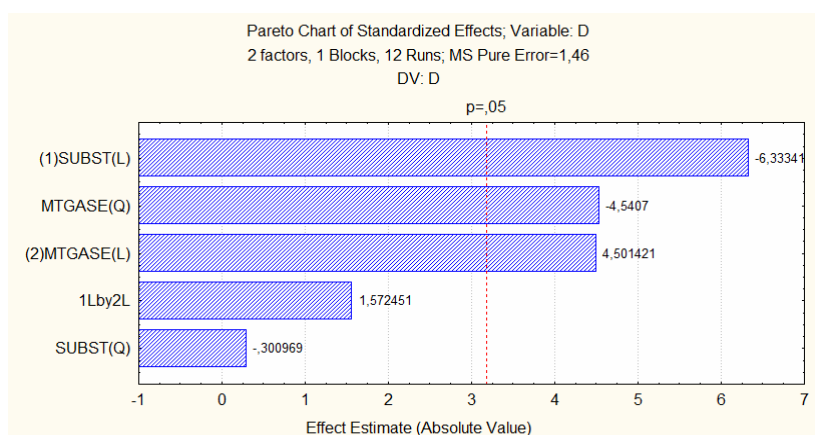


Figura 4. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Número Proporcional (D) – IAC 5

A cultivar EMBRAPA 53, apresentou variação estatisticamente significativa para as respostas parâmetros farinográficos absorção, estabilidade e ITM. A variabilidade de cada um dos parâmetros é explicada nos Diagramas de Pareto, sendo o nível de

significância estudado de 5%, apresentados nas Figuras 5, 6 e 7. As variáveis X1 e X2 são as variáveis do delineamento experimental Substituição de farinha de trigo por tritcale e Quantidade de MTGase, respectivamente

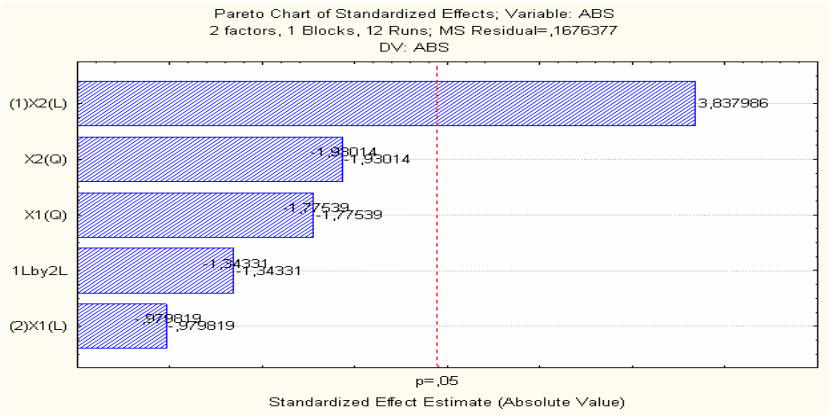


Figura 5. Diagrama de Pareto do parâmetro farinográfico Absorção.

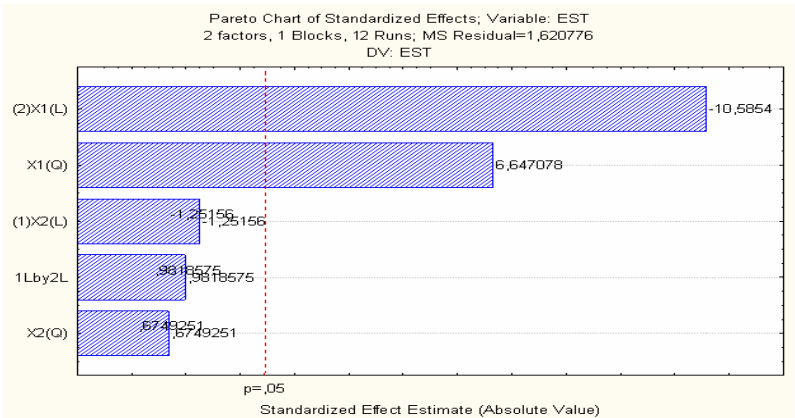


Figura 6. Diagrama de Pareto do parâmetro farinográfico Estabilidade.

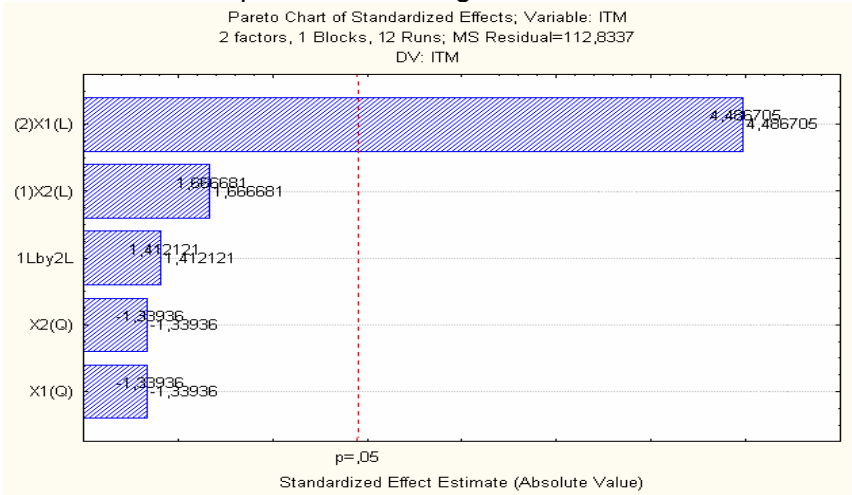


Figura 6. Diagrama de Pareto do parâmetro farinográfico ITM.

Todos os parâmetros extensográficos para a cultivar EMBRAPA 53 apresentaram-se influenciadas estatisticamente significativas às variáveis em estudo, ao nível de significância de 5%. As Figuras 7, 8, 9, 10 e 11 apresentam as análises destas respostas pelo diagrama de Pareto.

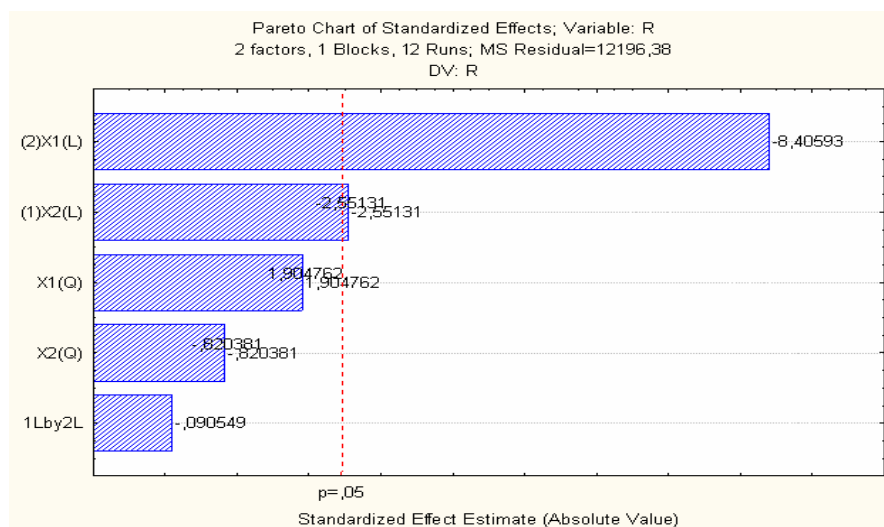


Figura 7. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Resistência (R).

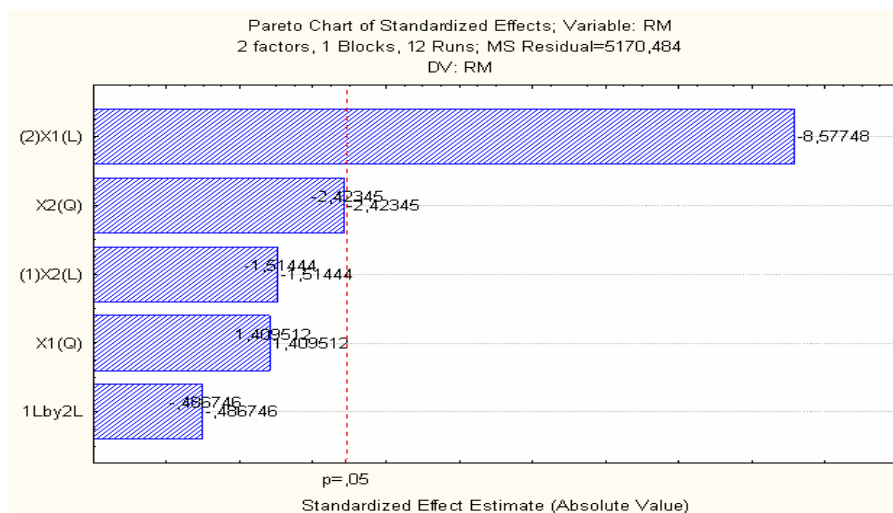


Figura 8. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Resistência Máxima (RM).

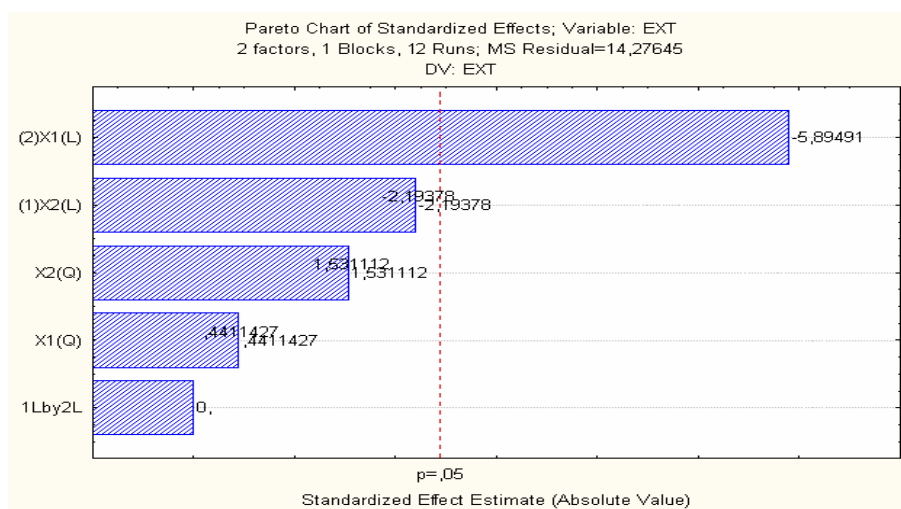


Figura 9. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Extensibilidade (E).

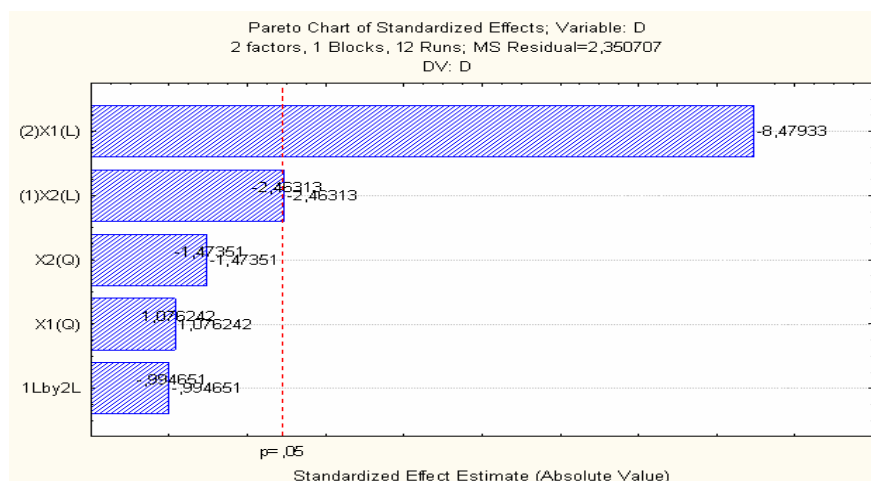


Figura 10. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Núm. Proporcional (D).

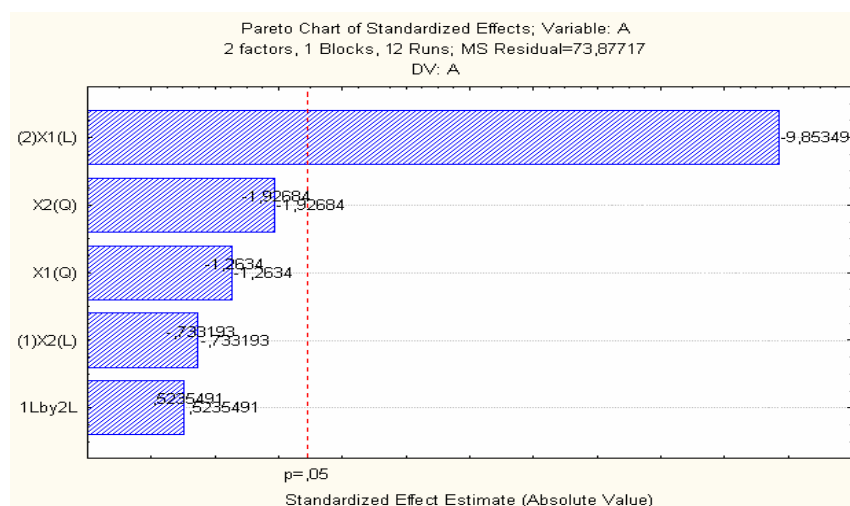


Figura 11. Diagrama de Pareto do parâmetro extensográfico Energia (A).

4.2. Resultado das Análises de Avaliação dos Pães de Forma

De um modo geral, os pães para ambas as cultivares, apresentaram melhores resultados para quantidades intermediárias de enzima e farinha de tritcale, sendo que piores resultados foram obtidos para as misturas com mais de 80% de tritcale. Os pães com quantidades intermediárias de farinha de tritcale (50%), que não foram adicionados de enzima, apresentaram pontuação total inferior àqueles que foram adicionados de enzima e tiveram substituição intermediária de farinha de tritcale. Isto indica o efeito positivo da transglutaminase para melhorar as características de misturas de tritcale e trigo na produção de pães. A Tabela 3 mostra a pontuação total obtida pelos ensaios, segunda a avaliação proposta por El-Dash (1978). Para os atributos de aroma e sabor foram considerados o valor máximo de pontuação, dado que este não era o objetivo da análise, mas sim avaliar a estrutura geral e a qualidade panificável (CAMARGO e CAMARGO, 1987).

Tabela 3. Pontuação obtida por cada ensaio das cultivares IAC5 e EMBRAPA 53

Ensaio	Pontuação total	
	IAC 5	EMBRAPA 53
1	71,4 ^a	76,6 ^a
2	59,9 ^{b,c}	67,7 ^{f,g}
3	71,7 ^a	74,6 ^{a, b, c}
4	59,5 ^c	63,3 ^h
5	67,7 ^a	70,3 ^{d, e, f, g}
6	56,6 ^c	67,0 ^{g,h}
7	66,9 ^{a,b}	71,2 ^{c, d, e, f}
8	67,7 ^a	69,6 ^{e, f, g}
9	71,6 ^a	74,0 ^{a, b, c, d}
10	67,4 ^a	72,8 ^{a, b, c, d, e}
11	73,4 ^a	71,5 ^{b, c, d, e, f}
12	71,8 ^a	75,2 ^{a, b}

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de médias de Tukey

A tabela 4 traz a pontuação total direcional classificatória para a qualidade do pão, segundo citação feita por CAMARGO e CAMARGO, 1987.

Tabela 4. Relação entre a pontuação total e qualidade do pão

Pontuação Total	Qualidade do Pão
<70	Sofrível
70-80	Regular
80-90	Boa
>90	Muito Boa

A comparação dos resultados obtidos na Tabela 3 com os padrões estabelecidos pela tabela 4, mostram que para a cultivar IAC 5, mais resultados apresentaram resultado sofrível, em comparação aos pães obtidos pela cultivar EMBRAPA 53.

Isto sugere uma melhor qualidade panificável para a cultivar EMBRAPA 53, além de melhor afinidade da mesma pela enzima transglutaminase. Nas figuras 12a e 12b são apresentados os resultados para o baking test.

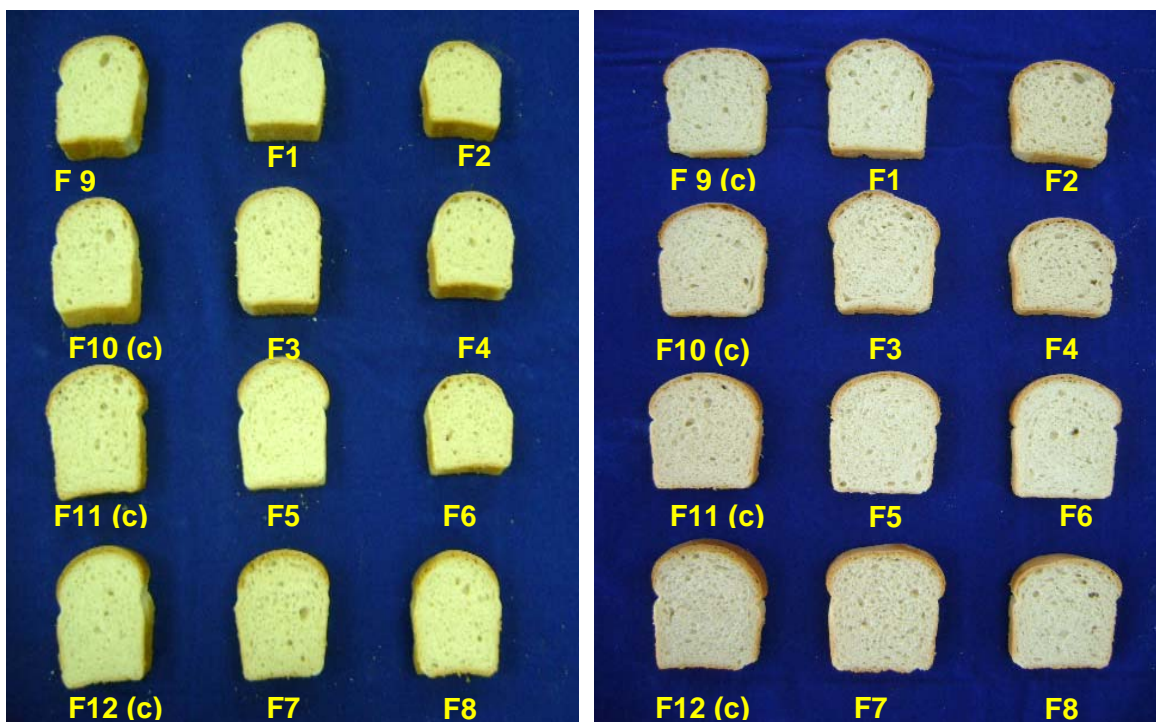


Figura 12. Baking test para os doze ensaios das cultivares em estudo. a) Cultivar IAC 5. b) Cultivar EMBRAPA 53.

5. CONCLUSÃO

As análises farinográficas e extensográficas demonstram a necessidade de se combinar uma dosagem ótima de enzima e substituição de farinha de trigo por tritcale, associadas às condições adequadas para a ação da enzima (binômio tempo/temperatura), o que já se mostra ideal nas condições normais de fermentação na indústria de panificação.

As respostas dos parâmetros extensográficos, confirmam a teoria de melhoria das características da massa pela ação da enzima transglutaminase, aumentando suas características de extensibilidade e energia (força da massa), o que indica uma massa mais coesa, característica fundamental na produção de pães com qualidade satisfatória.

O presente estudo conseguiu afirmar a possibilidade de emprego desta enzima como coadjuvante melhorador na produção de pães com substituição parcial de trigo por farinha de tritcale, viabilizando o uso industrial deste grão como alternativa ao grão de trigo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS AACC. **Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists.** 10 ed. St. Paul, 2000.

CABALLERO, P.A.; BONET, A.; ROSSEL, C.M.; GÓMEZ, M. Effect of microbial transglutaminase on the rheological and thermal properties of insect damage wheat flour. **Journal of Cereal Science**. v.92, p 93 – 100, 2005.

CAMARGO, C. R. O.; CAMARGO, C.E.G., Trigo: Avaliação tecnológica e novas linhagens. **Bragantia**, v. 46, n. 2, p. 81-169, 1987.

DARVEY, N.L.; NAEEM, H.; GUSTAFSON, J.P. **Triticale: Production and Utilization**. Chapter 9 in: Handbook of Cereal Science and Technology. 2^a Ed. K. Kulp and J. Ponte, eds. Marcel Dekker: New York, 2000.

EL-DASH, A. A., An objective experimental baking test using the farinograph and extensograph. In: **American Association of Cereal Chemists**. Annual meeting, 61., New Orleans, 1976.

LEITÃO, R.F.F; VITTI, P.; PIZZINATO, A.; CAMPOS, S.D.S.; MORI, E.E.M.; SHIROSE, I. Farinha de Triticale em Panificação. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 10: 45-58, Campinas, 1979.

TOHVER, M.; KANN, A.; TÄHT, R.; MIHHALEVSKI, A.; HAKMAN, J. Quality of Triticale Cultivars Suitable for Growing and Bread-Making in Northern Conditions. **Food Chemistry**, 89: 125-132, 2005.